Zur Kenntnis der Morphologie und Ökologie der Larve von Cricotopus trifasciatus.

Von Johanna Kettisch.

(Mit 20 Figuren auf 5 Tafeln und 2 Tabellen.)

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Graz und der Biologischen Station Lunz am See.*)

Einleitung.

Jährlich wurden an den Blättern von *Potamogeton natans* am Lunzer Untersee Fraßbeschädigungen und zwar Minierfraß beobachtet. Im Sommer fand man stets die Urheber dieser Schäden, Tendipediden-Larven, deren Artzugehörigkeit aber noch nicht bestimmt war. Sie wurden daher Herrn Dr. Lenz nach Plön übersendet, durch dessen Vermittlung die Larve von Dr. Goetghebuer-Gent, bestimmt wurde. Es handelte sich um *Cricotopus trifasciatus* Panzer (*Cricotopus limnanthemi* Kieffer, *Cricotopus tricinctus* Meigen).

Gripekoven gibt in seiner Arbeit über die minierenden Tendipediden eine kurze Beschreibung von *Cricotopus limnanthemi*. Jedoch betont er, daß er diese Art im Leben nicht beobachten konnte, sondern nur auf konserviertes Material und auf die Beobachtungen und Aufzeichnungen Thienemann's und eine Arbeit von Willem über *Cricotopus limnanthemi* angewiesen gewesen sei.

Zweck der vorliegenden Arbeit ist es, eine möglichst eingehende Beschreibung der Lebensweise, besonders der Larve, von *Cricotopus trifasciatus* zu geben. Dabei war der Gedanke leitend, daß man, um ein Tier systematisch eingliedern und auch wieder erkennen zu können, eine vollständige Metamorphosenbeschreibung liefern muß. Dadurch wird auch ermöglicht, die einzelnen Entwicklungsstadien verschiedener Larven der Gattung *Cricotopus*

*) Die Abhängigkeit der einzelnen Stände von den abiotischen Faktoren wurde zum Teile an der Lehrkanzel für Forstentomologie und Forstschutz der Hochschule für Bodenkultur in Wien bearbeitet.

und verwandter Gattungen miteinander zu vergleichen. Dadurch können Rückschlüsse auf verwandtschaftliche Beziehungen der einzelnen Gattungen gezogen werden. Außerdem wurde besonderes Gewicht darauf gelegt, die Mundwerkzeuge der *Cricotopus*-Larve, und zwar ihre Anatomie, Topographie und Funktion genau und eingehend zu studieren, zumal in der Literatur über Topographie und Funktion nichts erwähnt ist. Ebenso ist die Anatomie der Mundteile im bisherigen Schrifttum lückenhaft.

Die Beobachtungen am lebenden Material, die Freilanduntersuchungen wie auch die Versuche über den Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Entwicklung des Laiches, der Larven und auf die Verpuppung wurden in der Biologischen Station Lunz am See in den Monaten Juli bis September ausgeführt. Für die Anregungen, die mir durch die Herren Professor Dr. F. Ruttner und Dozent Dr. Erwin Schimitschek zuteil wurden, spreche ich meinen aufrichtigsten Dank aus.

Im Jahre 1931 war neben der oberflächlich minierenden *Cricotopus*-Larve noch eine bisher nicht bestimmte im Blattinnern minierende Larve auf *Potamogeton natans* anzutreffen. Es lag anfangs in meiner Absicht, auch diese eingehender zu bearbeiten. Jedoch war diese Art aus nicht feststellbaren Gründen in den darauf folgenden Sommern 1932 und 1933 nicht mehr aufzufinden.

Die Untersuchungen über Anatomie, Topographie und Funktion der Mundwerkzeuge wurden im Zoologischen Institut Graz durchgeführt. Für die Anregung und Unterstützung, die ich von Herrn Professor Dr. O. Storch erhielt, möchte ich auch an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen.

* * *

Methodik.

Um eine gründliche Bearbeitung von *Cricotopus trifasciatus* zu liefern, war es unbedingt erforderlich, die Tiere vom Laich über Larve—Puppe zur Imago zu beobachten. Der einzige Weg um die aufeinander folgenden Larvenstadien mit Sicherheit zu erhalten, ist die Zucht.

Die Larven waren während des ganzen Sommers auf den Blättern von *Potamogeton natans* des Lunzer Untersees zu finden. Blätter mit den darauf sich befindlichen Larven wurden abgerissen, in Aquarien gebracht und die Verpuppung der Larve und das Schlüpfen der Imago abgewartet. Die Aquarien wurden an der Oberseite mit Organtine verschlossen.

Die geschlüpften Mücken wurden eingefangen und in ein hohes weites Zuchtglas gebracht, so daß eine gewisse Bewegungsfreiheit der Tiere gegeben war. Die im Zuchtbecken schwimmenden Potamogetonblätter wurden vom Weibchen nach erfolgter Copula aufgesucht und die Eier darauf abgelegt. So war ein Studium des zur Art *Cricotopus trifasciatus* gehörigen Laichs möglich und so bot auch ein Wiedererkennen und Auffinden des Laichs dieser Art keine Schwierigkeit.

Während und nach den Flugzeiten der Mücke, die in großer Zahl flog, waren viele Eigelege auf den Blättern von Potamogeton zu finden; sie wurden eingesammelt und zu den Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Entwicklungsgeschwindigkeit und Sterblichkeit der einzelnen Entwicklungsstadien benützt. Diese Versuche wurden im Warmhaus, Kalthaus, Keller, Thermostat und Kühlschrank durchgeführt.

Bei der Aufzucht der Junglarven stellte sich mit der Zeit ein Faulen der Blätter ein. Allerdings wurde dem Wasser durch ein Einpflanzen von *Elodea cannadensis* viel Sauerstoff zugeführt und dadurch der Fäulnisprozeß der Blätter verzögert; trotzdem war es erforderlich, sie von Zeit zu Zeit zu erneuern. Entweder schwammen die Larven von selbst auf das neue und frische Blatt oder man war gezwungen, sie zu übertragen. Sinkende Blätter wurden durch Unterlegen kleiner Korkstücke gestützt. Die jeweilige Temperatur des Wassers in den Aquarien, sowie die Minima und Maxima der Luft wurden jeden Morgen um 7 Uhr und jeden Abend um 9 Uhr abgelesen.

Die Beobachtung über den Fraß, das Verhalten der Tiere im Fraßgang und die Funktion der Mundwerkzeuge wurden unter dem Binokular angestellt. Um die Funktion der Mundwerkzeuge zu erkennen, wurde der Körper der Larve mit einem Deckgläschen leicht belastet, der Kopf aber freigelassen. Die Larve machte auch in dieser Lage ihre gewohnten Mundbewegungen.

Für die anatomischen Untersuchungen der Freßwerkzeuge war es erforderlich, Schnittpräparate anzufertigen. Zu diesem Zwecke wurden Larven in Cerfontaine, 70% Alkohol und 4% Formol fixiert. Hauptsächlich aber wurden die Schnitte aus dem in 70% Alkohol fixierten Material hergestellt, da sich diese Fixierung als die günstigste erwies.

Um die Zusammenhänge der Mundteile ersichtlich zu machen, war es erforderlich, Schnitte von 10—60 μ Dicke anzufertigen.

Die Einbettung der abgetrennten Kopfkapseln wurde wie folgt durchgeführt. Das fixierte Material wurde zunächst ein bis drei Tage in Diaphanol aufgeweicht und dabei zugleich entfärbt. Darauf kam es

½ Stunde in 70%igen Alkohol,
½ Stunde in 96%igen Alkohol,
½ Stunde in absoluten Alkohol,
2 Stunden in Ätheralkohol,
1—2 Tage in Celloidin,
½ Stunde in Chloroform,
½ Stunde in Benzol,
1 Tag in Benzolparaffin,
2 Stunden in Paraffin 58° C.

Die Orientierung geschah unter dem Binokular.

Die beste Methode um die einzelnen Mundteile in ihrem gesamten Aufbau zu erfassen, ist die Anfertigung von Zupfpräparaten. Es wurden dazu fein zugeschliffene Nadeln benützt. Das Präparieren selbst wurde unter dem Binokular vorgenommen. Um ein Trennen der chitinös miteinander verwachsenen Mundteile zu erleichtern, wurden die Kopfkapseln, die in 70%igem Alkohol und 4%igem Formol fixiert waren (die in Cerfontaine fixierten sind dazu ungeeignet), einige Stunden in 5%ige kalte Kalilauge gebracht und darauf gründlich gewässert. Die herauspräparierten einzelnen Mundteile wurden in Formolglyzerin unter dem Deckglas eingeschlossen. Um die Mundwerkzeuge in ihrem komplizierten Bau zu erkennen, war man gezwungen, sehr viele Präparate herzustellen, da manche durch das Trennen oder durch Druck verletzt wurden.

Die Methode, um von den Imagines Totalpräparate herzustellen, ist folgende: Die Tiere wurden abgetötet, direkt in Karbolglyzerin gebracht und eingeschlossen. Sie schrumpfen dabei nicht ein und ihre natürliche Körperfärbung bleibt gut erhalten.

* * *

Morphologie der Larve und Puppe.

Larve:

Der Körper der vollwüchsigen Larve ist 8 mm lang, von lichtgrüner Farbe und besteht aus Kopf und 12 Segmenten, 3 thorakalen und 9 abdominalen (Fig. 1). Der Kopf, die Haken der Fußstummeln und die Dorsalborstenträger sind stärker chitinisiert, hart und dunkel gefärbt, das Chitin des übrigen Körpers ist hell und durchsichtig.

Kopf: (Fig. 2.)

Der Kopf ist dorsoventral abgeplattet und länger als breit. Der „Index" $J = \frac{\text{Breite} \times 100}{\text{Länge}}$, das Verhältnis der Länge zur Breite, in % der Länge ausgedrückt, ergibt bei der vollwüchsigen Larve 75.2%, demnach ist der Kopf brachycephal. Er ist rückwärts durch das Hinterhauptsloch mit dem thorakalen Teil der Leibeshöhle verbunden und geht an seinem Ventralrand in das weichhäutige Mundfeld über.

Die Dorsalfläche der Kopfkapsel wird größtenteils vom Clipeus (cl) eingenommen. An den Clipeus schließen sich die paarigen Genae an, die den Abschluß der Kopfkapsel ventralwärts bilden und sich hier in einer Naht vereinigen, die deutlich sichtbar ist. Beim Präparieren des Kopfes springen die Genae an dieser Verbindungsnaht auseinander. Dorso-lateral tragen die Genae die Antennensockeln (ats), die zwei mäßig hohe chitinisierte Vor-

sprünge des Kopfes darstellen und die fünfgliederige Antennen tragen.

Der Clipeus hat die Form eines in die Länge gezogenen Fünfeckes, schildförmig, dessen orale Kante von einem Antennensockel zum anderen führt und dessen Spitze nicht ganz bis zum Analrand des Kopfes reicht.

Das Auge liegt seitlich im ersten Kopfdrittel und besteht aus einem größeren rundlichen und einem kleineren querlänglichen Fleck; beide sind durch einen kleinen Spalt getrennt. Die Augen bestehen aus einer dunklen Pigmentmasse, an deren Rändern einige lichtbrechende Körperchen aufliegen. Den feineren Aufbau untersuchte Hesse 1901 an der Larve von *Ceratopogen.* Die schwarzen Flecke sind aus mehreren Zellen zusammengesetzte Pigmentbecher, in welche helle Sinneszellen hineinragen, die Stiftchensäume zu tragen scheinen. In diesen Augen haben wir wohl eine der einfachsten den Arthropoden überhaupt zukommende Form eines lichtperzipierenden Apparates vor uns, der wahrscheinlich als eine (provisorische) Erwerbung der Larve anzusehen ist. (Schröder, Handb. d. Entomologie.)

Dorsalbeborstung des Kopfes: der Clipeus trägt an seinem äußeren Rande oral im ersten Viertel ein Paar starke Borsten, im zweiten Viertel ein zweites ebensolcher Borsten; außerhalb des Clipeusrandes, knapp neben der letztgenannten, ein Borstenmal, weiter analwärts je eine starke Borste. Lateral am Kopf stehen über den Augen je eine Borste, tiefer darunter ein weiteres Borstenpaar. Zwischen dem großen und kleinen Augenfleck (Komplex- und Punktauge) steht seitlich medianwärts eine sehr kleine Borste. Im kleinen Raum zwischen Clipeusspitze und dem analen Kopfrand ist jederseits eine kräftige kurze und eine zartere Borste. Am Labrum steht dorsal in jedem Drittel je ein mittelgroßes Borstenpaar. Ventralbeborstung des Kopfes: aus der Basis des Labiums ragt ein Paar größerer Borsten, lateral median am Kopfe beiderseits eine große und dicht daneben eine kleinere. Hiezu gehören noch die Borsten der einzelnen Mundteile, die in der speziellen Abhandlung derselben beschrieben sind.

Thorax:

Von den drei Thoraxsegmenten ist der Prothorax größer als der Mesothorax; der Metathorax ist der kleinste und verschmilzt

vor der Verpuppung vollständig mit diesem. Der Prothorax trägt ventral zwei Fußstummeln, die dicht mit Haken besetzt sind. Die distalen Haken sind lang, schlank, wenig gebogen und mit sehr kleinen Zähnchen versehen. Die proximalen sind kurz, sehr stark gebogen und stärker gezähnt. Typisch ist die Beborstung dieser drei Segmente: dorsal stehen am Prothorax auf beiden Seiten je drei Borsten, es folgen je zwei und im analen Drittel je eine Borste. Auch der Meso- und Metathorax zeigen dorsal beiderseits je zwei Borsten. Lateral trägt jedes der drei Segmente an beiden Seiten eine kleine und eine größere Borste, außerdem eine lange und an deren Basis zwei ganz kleine Borsten. (Fig. 1.)

Abdomen:

Von den neun Abdominalsegmenten, deren Breite caudad abnimmt, tragen die sechs ersten Segmente anallateral Borstenbüschel aus 5—12 verschieden langen Borsten (Fig. 1). Die Anzahl dieser nimmt rostrad in den einzelnen Segmenten ab. Ferner stehen orallateral eine große und zwei kleine Borsten. Die drei letzten Abdominalsegmente tragen statt der Borstenbüschel an derselben Stelle nur eine größere Borste und sind im übrigen gleich beborstet.

Außerdem trägt das letzte Segment (Fig. 3) anal dorsal zwei Chitinsockel, die Borstenträger (d b), die etwas höher als breit sind, mit je einer kleinen lateralen und einer etwa fünfmal größeren dorsalen Borste. Aus diesen Sockeln, an denen zwei sich überkreuzende Muskel inseriert sind, entspringen terminal je 6 sehr lange Borsten, die über die ventralen Analkiemen hinausragen. In der Nähe des Afters stehen zwei längere Supraanalborsten (ab). Die vier Analkiemen (ak) sind schlauchförmig, terminal abgerundet und mit Tracheenverästelungen reich versehen. Das dorsale Paar zeigt einen größeren Umfang als das ventrale.

Die Nachschieber (n sch) entspringen ventral am letzten Segment. Sie sind an ihrem distalen Ende mit zwei stark chitinisierten Hakenkränzen besetzt, von denen der innere aus kurzen gedrungenen, der äußere aus langen, sichelförmig gebogenen Haken besteht, die weder gesägt noch gezähnt sind. Die Spitzen dieser Haken sind radial nach außen gerichtet. Die Hakenkränze sind mittels zweier Muskeln in den proximalen Teil der Nachschieber einziehbar. Auf der Ventralseite der Nachschieber steht jederseits eine kräftige Borste.

Puppe: (Fig. 4.)

Die Größe der Puppe beträgt 4—6 mm, ihre Farbe schwankt zwischen gelblichgrün und grau. Der stark angeschwollene Thorax ist mit kleinen Zähnchen besetzt und trägt dorsal zwei Prothoracalhörner. Diese Organe sind schlauchförmig und in ihrem Aufbau äußerst einförmig. (Fig. 5.)

Das Abdomen besteht aus acht Segmenten, einer zweilappigen Analflosse (af) und aus den Gonopodenscheiden (gps). Jedes der 8 Segmente trägt dorsal und ventral je 8—10 gleichmäßig angeordnete und lateral je 3 gut sichtbare Borsten. Die Segmente 2—6 einschließlich zeigen einen gleichmäßig feinen Zähnchenbesatz, der durch brillenförmige helle Stellen unterbrochen wird. Beiderseits lateral zieht sich durch die 8 Segmente ein dunkler, etwa maschenartiger Zellenzug. Das zweite Segment fällt von den übrigen durch eine am analen Ende versehene Doppelreihe von Widerhaken auf. Die Abdominalsegmente 1, 7 und 8 sind glatt, außer einigen Zähnchen auf den beiden letzten Segmenten. Die zweilappige Analflosse, die dorsal gelegen ist, sowie die Gonopoden entsprechen dem IX. larvaren Abdominalsegment. Die Gonopoden, die von der Analflosse ventral gelegen sind, stecken in Hüllen, an denen man die männliche Puppenexuvie von der weiblichen leicht unterscheiden kann. Bei der ♂-Puppe werden die Loben der Analflosse von den Hüllen der Genitalzangen, die lang und schlank sind, überragt. (Fig. 6.) Bei der ♀-Puppe sind die Hüllen kurz und breit. Die Loben der Analflosse tragen an ihrem distalen Ende drei kräftige, parallelstehende, gleich lange Borsten, die an ihrem Ende knopfartig gerundet erscheinen.

Anatomie der Mundwerkzeuge.

Die Antenne: (Fig. 7.)

Die Antennen stehen beiderseits der Oberlippe neben dem oralen Clipeusrand auf den Antennensockeln und sind nicht retraktil. Die Größe der Antenne beträgt 0.086 mm und ist $2\frac{1}{2}$ mal kleiner als die Mandibel. Das Verhältnis Mandibel: Antenne ist also gleich 2.5 : 1. Die Antenne ist fünfgliedrig, das Verhältnis der Antennenglieder zueinander ist 58.5 : 13.5 : 6.25 : 4.5 : 0.75, demnach verhält sich das Basalglied zur Summe der Endglieder oder Geißel genannt, wie 58.5 : 28.1 oder 2 : 1. Das Basalglied oder der Schaft ist stark chitinisiert, bedeutend breiter als die End-

glieder und trägt im ersten proximalen Fünftel ein ziemlich großes Ringorgan (rg), knapp darüber einen kleinen lichten Fleck. Auf dem Basalglied inseriert eine breite blasse Blattborste mit einer dunklen Nebenborste (bl + nb). Die Blattborste ist fast so lang als die Geißel selbst, die Nebenborste dagegen reicht bis zum distalen Ende des zweiten Geißelgliedes. Am distalen Ende des ersten Geißelgliedes entspringt ein Zapfen, der von Kieffer als „fingerförmiger Fortsatz" angesprochen wird. Die Lauterborn'schen (lbg) Organe sitzen dem ersten Geißelglied direkt auf, ein Stiel ist nicht vorhanden. Sie liegen dam zweiten Geißelgliede eng an und sind schwer zu erkennen. Diese Organe sind als Sinnesapparat aufzufassen, doch ist die Funktion dieser Organe noch völlig unklar, es konnte noch nicht ermittelt werden, welche Sinneswahrnehmungen sie dem Tier vermitteln. Lauterborn sagt über ihre Funktion und Bedeutung folgendes: „Wie man sieht, haben wir es mit höchst eigenartigen Antennalorganen zu tun, für die aus der Klasse der Insekten schwer ein Analogon zu finden sein möchte. Ebenso schwer dürfte es auch sein, jetzt schon Sicheres über die Funktion dieser Gebilde auszusprechen. Am meisten Wahrscheinlichkeit dürfte noch die Annahme haben, daß die Organe, welche bis jetzt röhrenbewohnenden Larven zuzukommen scheinen, vielleicht dazu dienen, dem Tiere Aufschluß zu geben über etwaige Wechsel in der chemischen oder physikalischen Beschaffenheit des Wassers außerhalb der Röhre, ohne daß die Larve sich mit ihrem Körper aus ihrem schützenden Gehäuse zu entfernen braucht." —

Labrum: (Fig. 8.)

Das unpaare Labrum ist mit der Clipeusgrenze der ganzen Breite nach verwachsen. Seine Form ist trapezoid. Es ist ein an den Seiten nach innen umgebogenes, dunkel gefärbtes Chitinstück. Den oberen Teil des Labrums nimmt das Sinnesfeld (sf) mit seinen zahlreichen Borsten und Sinneszapfen ein. (Fig. 9.) Der etwas konkave Rand des äußeren Mundteiles des Labrums trägt auf jeder Hälfte je zwei helle Sinneshügel und lateral davon beiderseits einen kleinen Sinneszapfen. Median oder an der Stirnlinie stehen ein Paar hakenförmige größere Borsten auf relativ großen Sockeln. Dazwischen etwas dorsal davon zwei zartere, helle, gebogene, auf kleinen Erhöhungen stehende Borsten, lateral von diesen beschriebenen Borstengruppen steht je eine sehr kleine Borste. Noch

weiter lateral wird das Stirnfeld von einer Anzahl halblanger Borsten ausgefüllt, von denen drei stärker chitinisiert, die übrigen sieben heller gefärbt sind. Außerhalb beider Borstenbüschel ist noch ein Sinneszäpfchen zu erkennen. Das untere dorsale Stirnfeld besitzt median ein Paar kräftige, dunkle, stark gekrümmte Hakenborsten.

Der Epipharynx (epf) oder das innere Mundfeld des Labrums trägt an der Vorderkante drei helmförmige, braune Gebilde. Die beiden äußeren sind wesentlich größer als das mittlere. Unterhalb dieser Teile befinden sich seitlich je ein Paar Doppelborsten, die klein und dick sind und auf einem ziemlich großen Sockel ruhen. Etwas weiter analwärts steht zu beiden Seiten je eine Borste von demselben Aussehen. Zwischen diesen beiden gegabelten Borstenpaaren fällt noch an beiden Seiten je eine lange, flache, mit einem kleinen Kerb versehene Borste auf. Dieser Mundteil mit seinen komplizierten Anhängen wird von einer gebogenen Chitinspange umgrenzt, die median anal zu einen weniger chitinisierten, von Schleimhäuten umhüllten Anhang trägt.

Von diesem Gebilde gehen zu den Prämandibeln Kanäle aus, die die lappigen Enden der Prämandibeln, die mit zarten Schleimhäuten ausgepolstert sind, immerwährend mit frischem Speichel versorgen. — Die Prämandibeln (pr) stehen lateral aus der Ventralfläche des Labrums heraus. Sie sind zwei starke, bewegliche, am freien Ende dreilappige Chitingebilde, besitzen lateral an der Ventralfläche des Labrums ihren Angelpunkt und sind zweigliedrig. Der proximale Teil erscheint in den distalen eingeschoben, beide werden sie durch je einen Muskelstrang (lbrm) in Tätigkeit gesetzt.

Mandibel: (Fig. 10.)

Die Mandibeln sind die kräftigsten Mundteile. Die stärkste Chitinisierung weist die Zahnpartie auf. Die Mandibel ist flach gewölbt und zeigt zwischen Innen- und Außenstück eine Rille, so daß sie mit einem „Hohlmeißel", wie Potthast sagt, verglichen werden kann. Das Rückenstück, das deutlich gekerbt erscheint, läuft in eine dunkle Spitze aus, an der sich distal die vier Seitenzähne, die ebenfalls dunkel tingiert erscheinen, anschließen. Der letzte Zahn zeigt ein helles kleines Innenstück, das in ein Außenstück übergeht und das eine helle spitze, leicht gebogene (Sinnes- ?) Borste (sb) trägt.

Auf der Ventralseite der Mandibel befinden sich zwei lange kräftige Borsten, wovon die orale im Rückensaume selbst, die anale

etwas tiefer in der Höhlung des Basalteiles entspringt. Der Rückensaum trägt oral ein kleines, anal ein etwas größeres Borstenmal. Am Rande der Mandibel steht eine zerschlitzte Innenborste (ib), die aus sieben Teilborsten besteht. Sie nehmen in apikaler Richtung an Größe ab, die letzten vier sind gleich groß und um die Hälfte kleiner als die erste. Sie sind gegen das Ende hin mit zarten Härchen versehen. Die Ränder der Mandibeln sind zu Chitinleisten verdickt und gehen basal in die Condyli über. Der Condylus ventralis (vc) hat seinen Angelpunkt in der Gelenkspfanne (gpf), in der er sehnig eingefügt ist. In den Condylus ventralis greift ein Gelenkskopf (gk), der innen vom Antennensockel aus seinen Ursprung nimmt. An der Innenseite der Mandibel unterhalb des letzten Mandibelzahnes faßt der Musculus flexor (mf) an und zwar in Form einer verdickten Sehne, die sich glockenförmig über die Ansatzstelle des vierteiligen Muskels stülpt. Am dorsolateralen Hinterende faßt der wesentlich schwächere Musculus extensor (me) an.

Maxille: (Fig. 11.)

Die Maxille stellt den Mundteil mit den zahlreichsten Anhängen dar. Es ist mit ungemein großen Schwierigkeiten verbunden, sie in ihrem Aufbau und ihren Einzelheiten zu erkennen. Sie ist hell und zart durchsichtig und nur an wenigen Stellen chitinisiert. An die Cardo (c), einem dreieckigen Chitinstück, aus deren Einbuchtung zwei lange, spitze, bis über die ganze Maxille hinausreichende Borsten herauswachsen, ist der Stipes (st) sehnig angewachsen. Der Stipes selbst trägt den Palpus (p) und Lobus maxillaris (l. mx). An der Außenseite ist er eingebuchtet und besitzt hier eine der Einbuchtung sich anpassende Chitinverstärkung, die die innere Seite der Stipeswölbung, wo sie am breitesten erscheint, weiterhin umschließt und ihr als Widerlager dient. Nach außen stehen in derselben Region zwei gleichwertige lange, gebogene Borsten, die die Höhe der Palpusspitze erreichen. In der terminalen Region des Stipes sind feine Zacken, die hell durchsichtig erscheinen, zu sehen, welche der Maxille ein gefälliges Aussehen geben.

Der Palpus (p) sitzt dem Stipes auf und ist länger als breit. Der Aufsatz ist durch eine Chitinverstärkung, die gegen die Mitte ein Ringorgan (rg) zeigt, charakterisiert. An der Innenseite wird der Palpus durch eine bis zur Spitze reichende, gewölbte Chitinleiste

verstärkt. An der Spitze steht eine gut erkennbare Borste, ferner sieht man vier größere und vier kleinere Sinneszapfen, von denen zwei große und zwei kleinere beieinander stehen. Terminal sitzt dem Palpus zwischen dieser Borstengruppe ein großes, auffallendes, birnenförmiges Sinnesorgan auf.

Der Lobus maxillaris (l mx) ist mit dem Stipes an der breitesten Stelle verwachsen und wird von ihm getragen. Der vorgewölbte Teil des Lobus, der eine halbkugelige, etwas überhängende Form besitzt, zeigt mehrere schräge, median geneigte Höcker, auf denen je ein feines Härchen steht. An der Unterseite wird der Lobus von einem Chitinreifen (chr) umschlossen, der diesem zarten Maxillenteil einen Halt gibt. Auf jeder Seite des Reifens nimmt ein Muskelstrang (mx m) seinen Ausgang. Die Medianborsten des Lobus (lb) setzen basal breit an, sind chitinös und sehr kräftig. Besonders stark ist die untere letzte Borste, die gut beweglich ist und als Stopfborste bezeichnet werden kann. Außerhalb des medianen Borstenkranzes steht eine Borste gesondert, die gelenkig beweglich ist. Auf der Oberseite sind noch zu erwähnen eine ziemlich starke, breite Borste, daneben eine kleine Warze und zwei Sinneszapfen, wovon der eine mehr terminal am Lobus steht, eine kleine Basalborste besitzt und gestielt ist. Dahinter reihen sich helle, schuppenartige Borsten an, die dasselbe Aussehen zeigen wie die Borsten am oberen Teil des Stipes. Dazwischen schieben sich einige größere, schlankere Borsten ein.

Die mediane Begrenzungsfläche des Maxillenteiles zwischen Lobus und Cardo ist etwas chitinisiert und mit feinen, zarten Chitinhäkchen besetzt.

Labium: (Fig. 12.)

Das Labium stellt eine am Rande tief dunkel chitinisierte Platte dar und ist unpaar. Es bildet den vorderen Abschnitt der ventralen Kopfbegrenzungsfläche und ist seitlich zum Kopf hin umgebogen. Zu beiden Seiten des unpaaren Mittelzahnes befinden sich fünf Seitenzähne, wovon der erste eine seitliche Einkerbung zeigt. Die Mittellinie des Labiums bildet die Naht, an der die beiden Genae zusammenstoßen. Unterhalb des Labiums steht jederseits eine lange, spitze Borste. Auf der Innenseite des Labiums sind Chitinrillen zu erkennen, durch die der Speichel seinen Ausfluß nimmt.

Topographische Anatomie der Mundwerkzeuge.

An der Bildung der Mundwerkzeuge nehmen das Labium (Unterlippe), die Maxillen (Unterkiefer), das Labrum (Oberlippe) und die Mandibeln (Oberkiefer) Anteil. (Fig. 13 und 14.)

Das Labium (lb) stellt eine äußerst kräftige, chitinisierte Platte dar, die ventral median aus der Kopfkapsel herausragt. Es ist an beiden Seiten zum Kopf hin gebogen und geht oralwärts in stark chitinisierte Zähne über.

Den Raum zwischen dem Labium und dem Schlunde nimmt der Hypopharynx ein, ein Spangenapparat, der mit vielen Borsten, Chitinspitzen, kleinen Haaren und Zapfen versehen ist. In ihn münden die beiden Ausführgänge (Kanäle) der Speicheldrüsen, die nahe der Mündung zu einer ventilartigen Vorrichtung umgebildet sind. Beiderseits vom Labium führt je eine kräftige Chitinleiste zum Antennensockel, die das Mundgerüst (mg) trägt und den Übergang der Kopfkapsel in das weichhäutige Mundfeld bildet. An dem stark chitinisierten Mundgerüst artikulieren die Mundteile Maxille und Mandibel.

Das Mundgerüst (mg) besteht aus einer starken Chitinleiste, von der ein kräftig gestielter Chitinkopf abzweigt. Es umsäumt einerseits die dreieckige Cardo (c) und gibt so der Maxille den Halt, andererseits bildet es die Gelenkspfanne (gpf) für den ventralen Condylus der Mandibel.

Die Maxille (mx) ist ein zarter, nur an wenigen Stellen chitinisierter Mundteil, die Endteile sind weich und lappig entwickelt. Der Stipes der Maxille ist am unteren Teil des Gelenkkopfes befestigt und umschließt denselben. Er trägt an der Oberseite den Palpus maxillaris, oralwärts den Lobus maxillaris. Der Lobus maxillaris, der die Innenlade darstellt und mit Sinneszapfen und oralmedianen Schwertborsten versehen ist, steht mit dem Hypopharynx durch zarte Muskelfasern in Verbindung. Der Stipes der Maxille steht basal mit der Mandibel in Beziehung. Den Zusammenhang bildet eine Sehne, die den ventralen Condylus der Mandibel umläuft und in den Musculus extensor übergeht.

Die stark chitinisierte Mandibel sitzt oberhalb der Maxille lateral am Kopf und ist apikal mit kräftigen, dunkel tingierten Zähnen versehen. Der ventrale Condylus der Mandibel hat seinen Angelpunkt in der schon erwähnten Gelenkspfanne. Er ist in ihr sehnig verwachsen und ein Ausspringen wird durch die äußere

Wand der Gelenkspfanne und nach innen durch eine kleine Chitinplatte verhindert. Der dorsale Condylus bekommt seinen Halt durch einen Chitinkopf, der vom Antennensockel ausgeht und in diesen gelenkartig eingreift.

Zur Bewegung der Mandibel dienen zwei Muskel, der musculus flexor und musculus extensor. Ersterer faßt — wie schon früher erwähnt wurde — mit einer Sehne an der Innenseite der Mandibel, unterhalb des letzten Mandibelzahnes an. Diese Sehne verdickt sich, wird chitinöser und stülpt sich glockenförmig über die eigentliche Ansatzstelle des vierteiligen Muskels. Der musculus extensor greift am dorso-lateralen Hinterende an und zeigt bei weitem keine solch große sehnige Ansatzstelle als der musculus flexor.

Dorso-lateral, vorne am Kopfe stehen beiderseits des Clipeus die Antennensockeln, stark chitinisierte Vorsprünge, von denen die fünfgliedrigen Antennen getragen werden.

Das Labrum mit dem darunter liegenden Epipharynx (lbr + eph) wirkt als Verschlußdeckel der Präoralhöhle, des Raumes zwischen den Mundwerkzeugen.

Das Labrum hat eine trapezoide Form und ist verstärkt durch schmale Chitinleisten und Spangen. Mit der ganzen Breite ist es mit der vorderen Clipeusgrenze verwachsen. Zum Labrum führen zwei Paar Muskelstränge, von denen das eine Paar seitlich an den Chitinspangen anfaßt, das andere an der Basis der Vorderwand des Labrums inseriert.

Der Epipharynx ist in seinem Bau sehr kompliziert. Auffällig sind die drei schuppenförmigen Gebilde mit den darunter liegenden Borsten. Seitlich besitzen die Prämandibeln (pr) ihren Angelpunkt und werden von zwei Muskelgruppen in Bewegung gesetzt.

Funktion der Mundwerkzeuge beim Fraß.

Nach dem anatomischen Aufbau und ihrer Funktion nach gehören die Mundwerkzeuge in die Reihe der kauenden. Die Nahrungsaufnahme ist eine sehr komplizierte. Die Nahrung wird aus dem Pallisaden-Gewebe des *Potamogeton*-Blattes auf folgende Weise herausgerissen und aufgenommen.

Das Labrum, das durch zwei Paar Muskelstränge auf und ab bewegt werden kann, hat scheinbar die Aufgabe, mittels der an ihm befindlichen Borsten, die mechanische Rezeptionsorgane

darstellen und den anderen hier befindlichen Sinnesorganen, die Festigkeit der Nahrung und zugleich auch ihre Genießbarkeit festzustellen.

Dann treten die kräftigen Mandibeln, die sichelförmig in einer schiefen Ebene zum gezähnten Rand des schräg aufwärts gerichteten Labiums sich bewegen, in Tätigkeit und zwar nur in einer zur Körperoberfläche parallelen Ebene. Ausschläge nach oben und nach unten sind mechanisch unmöglich. Die Mandibeln dringen mit ihren gezähnten spitzen Enden in das Gewebe ein, pressen es zusammen und bringen es durch eine entsprechende Aufwärtsbewegung des ganzen Kopfes zum gezähnten Chitinrand des Labiums. Hier wird das Gewebe mittels der Mandibeln festgepreßt und durch eine Abwärtsbewegung des Kopfes aus dem Blatte herausgerissen. Das Hereinbringen der Nahrung in die Präoralhöhle übernimmt das Labrum mit dem darunter liegenden Epipharynx.

Hier werden die Nahrungspartikelchen durch die Prämandibeln, die zwei starke bewegliche, am freien Ende dreilappige, chitinöse Gebilde darstellen und lateral an der Ventralfläche des Labrums angeln, mit Schleim versehen. Manche Autoren glauben, daß diese Organe an den Epipharynx angewachsen seien. Doch verhält es sich so, daß die Prämandibeln ihren Angelpunkt am Labrum besitzen und durch zwei Muskelstränge oralwärts bewegt werden. Wohl sind die Endlappen durch Schleimhäute und Schleimkanäle mit dem unteren Teile des Epipharynx verbunden. Und durch ein Abwärtsbewegen der Prämandibeln wird der ganze Epipharynx mundeinwärts gezogen. Sind die herausgerissenen Zellkomplexe mit Schleim durchsetzt, werden sie durch kräftige, oralwärts orientierte Schläge der Prämandibeln in dem Augenblicke, wo das Labrum zugleich mit den Mandibeln wieder ins Blattgewebe vortastet, nach innen gestoßen.

Die schon durch die Mandibeln in passende Stücke zerlegte Nahrung wird nun von den Maxillen aufgefangen. Diese stehen während der Zeit, wo die Mandibeln sich zum Labium hinbewegen, um mit seiner Hilfe die Zellen aus dem Blattgewebe herauszureißen, mundeinwärts und fangbereit. Sind nun die Nahrungspartikelchen in der schon erwähnten Weise vom Labrum in das Mundfeld geholt, mit Speichel durchsetzt, von den Prämandibeln hineingestoßen und von den Maxillen aufgefangen, bewegen sich nun die Maxillen schlundeinwärts, wobei gleichzeitig die Man-

dibeln wiederum in das Gewebe vorstoßen. Solch rhythmisches Zusammenarbeiten von Maxille und Mandibel wird funktionell bedingt durch einen Sehnenstrang, der Mandibel und Maxille verbindet. Und zwar läuft dieser vom musculus extensor der Mandibel über die Gelenkspfanne unterhalb des ventralen Condylus zum Stipes der Maxille. Diese Sehne wirkt als mechanischer Strang, und zwar auf folgende Weise: wird die Mandibel aufgeschlagen, so nimmt der Condylus in der Gelenkspfanne eine Stellung ein, die ein Lockern der die Maxille und Mandibel verbindenden Sehne erlaubt. Die Maxille fällt infolgedessen schlundeinwärts. Bewegen sich die Mandibeln oralwärts, so übt der Condylus auf die Sehne einen Druck aus, strafft diese und bewirkt dadurch ein Aufschnellen der Maxille in die Mundhöhle. Dieser Rhythmus muß nicht immer streng eingehalten werden, sondern er wird durch ein kräftiges Anziehen der Maxillenmuskulatur auch oft unterbrochen. Dies ist häufig dann der Fall, wenn das Verschlucken der Nahrung Schwierigkeiten macht.

Die aufgefangenen Nahrungspartikelchen werden von den Maxillen mit Unterstützung des Labiums zu schluckgerechten Bissen geformt. Dabei übernehmen die Lobi der Maxille mit ihren oralmedianen Borsten, die mit sehr breiter Basis ansetzen, chitinös sind, in scharfen Spitzen auslaufen und sich über den Hypopharynx neigen, die Hauptfunktion. Diese Borsten beider Lobi greifen fingerförmig ineinander und kneten so die Nahrungspartikelchen gegen die starke Wandung des Labium. Dann werden sie von den Maxillen mit Hilfe des Hypopharynx, der wie eine Zange arbeitet und gegen den Schlund hin den Abschluß des Mundfeldes bildet, und mit Hilfe seiner Anhänge in den Pharynx befördert, wobei die Borsten der Maxille noch nachstopfen. Am auffälligsten arbeitet die letzte, laterale Borste, die breit und gut beweglich ist. Sie wirkt etwa wie ein Daumen der Hand und steht den anderen sieben Borsten gegenüber. Die Nahrungsballen werden durch die kräftige Pharynxmuskulatur schluckartig in den Oesophagus gebracht.

Zusammenfassung:

Wenn wir uns den Mechanismus der Mundwerkzeuge kurz vergegenwärtigen, so sehen wir, daß in der Bewegung der einzelnen Mundteile ein rasches Nacheinander ihrer Funktionen herrscht.

Das Labrum tastet mit seinem Sinnesfeld ab und holt die Nahrung in die Oralhöhle. Es fungiert als Tastorgan.

Die Prämandibeln mit dem Epipharynx führen in dem Augenblick, wo das Labrum vortastet, einen Schlag oralwärts und befördern die Nahrung zu den Maxillen.

Die Maxillen fungieren als Fangapparat. Labium und Maxillen stellen einen Knetapparat dar. Die Maxillen mit ihren ora medianen Borsten bilden den Stopfapparat.

Der Palpus der Maxille trägt Sinnesorgane, die wohl mit Recht als Geschmacksorgane gedeutet werden können.

Die Mandibeln und mit ihnen das Labium funktionieren als Reißwerkzeug.

Der Hypopharynx bildet die Schluckapparatur.

(Fortsetzung folgt.)

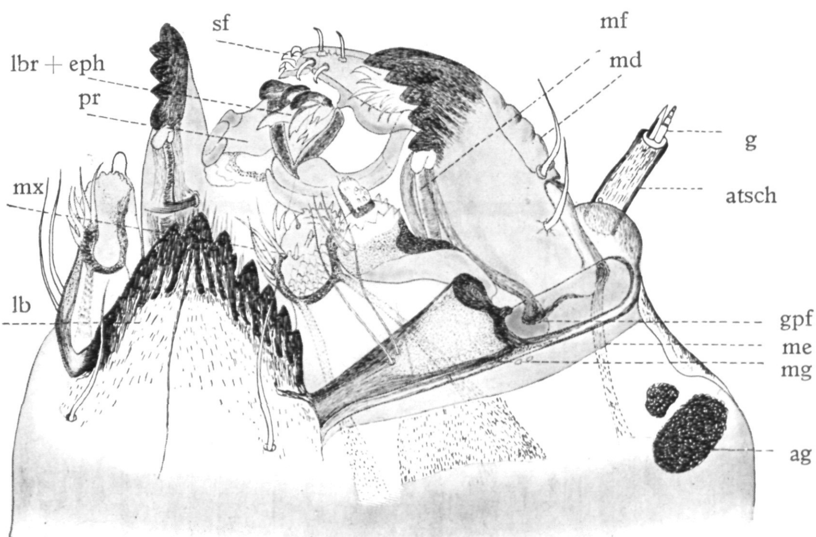

sf
mf
lbr + eph
md
pr
g
mx
atsch
lb
gpf
me
mg
ag

Fig. 13.

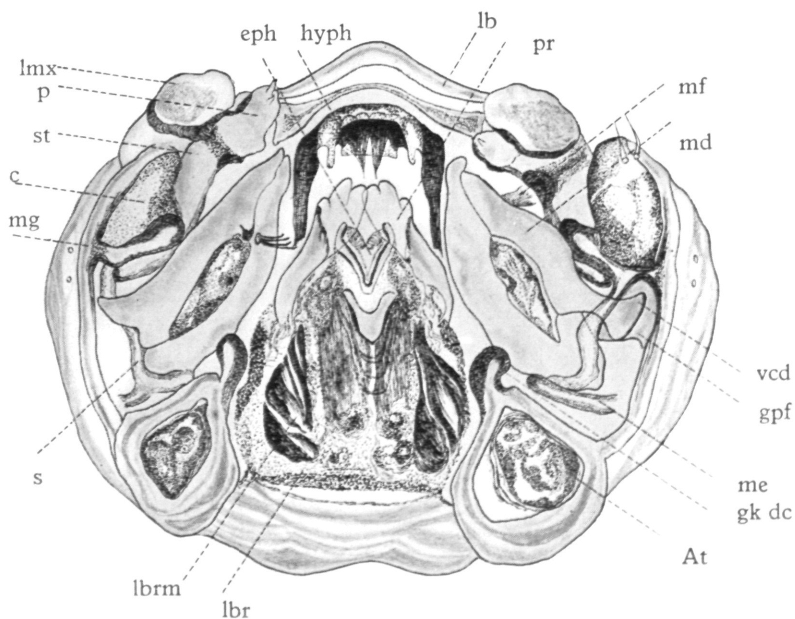

eph
hyph
lb
pr
lmx
p
mf
st
md
c
mg
vcd
gpf
s
me
gk dc
At
lbrm
lbr

Fig 14.

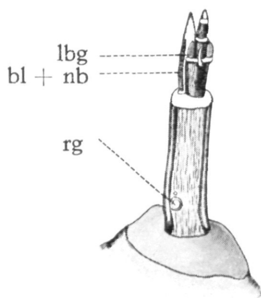


Fig. 7.

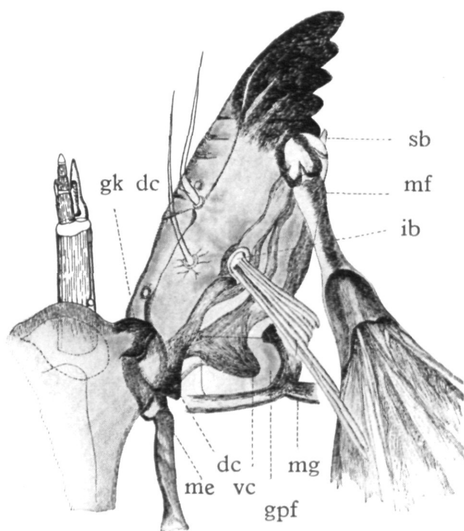


Fig. 10.

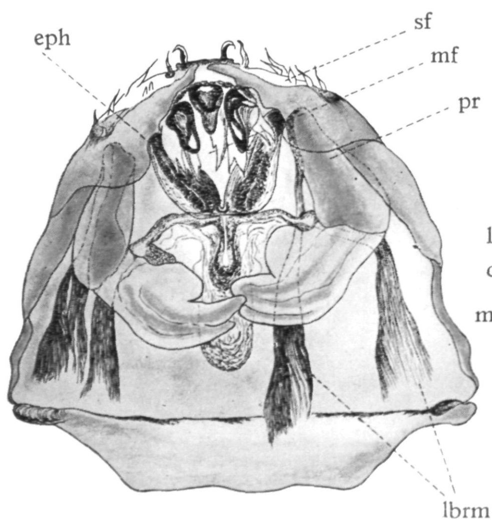


Fig. 8.

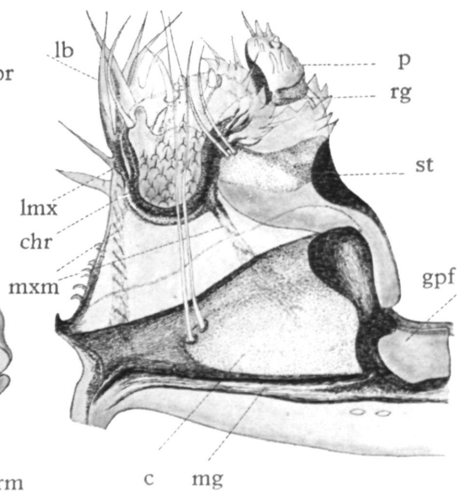


Fig. 11.

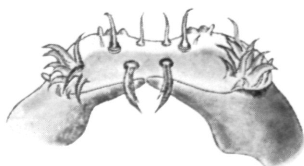


Fig. 9.

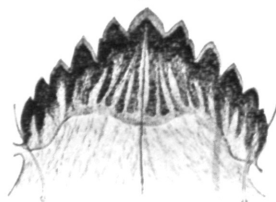


Fig. 12.

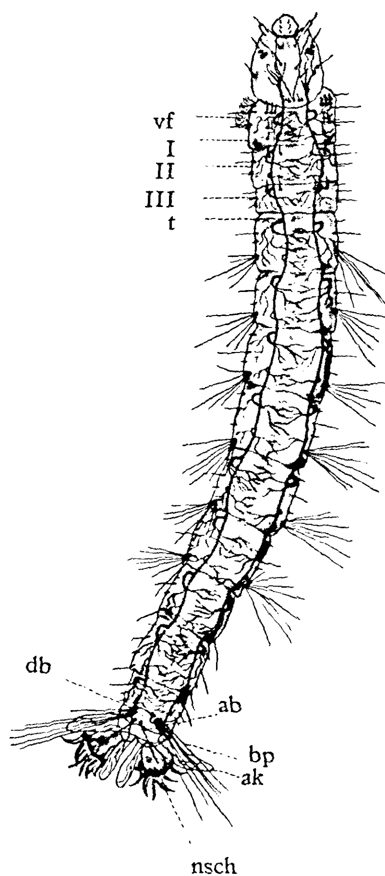


Fig. 1.

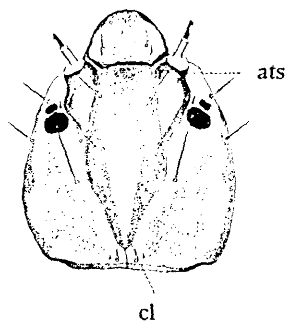


Fig. 2.

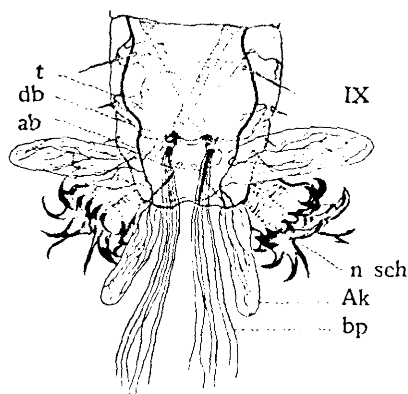


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

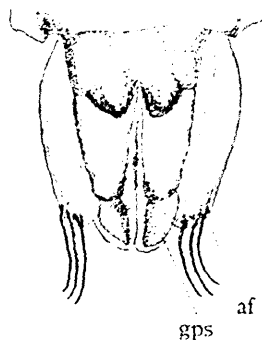


Fig. 6